

# МАНЕВРИРОВАНИЕ В КОСМОСЕ

Спутники нужны современному обществу, но космос так быстро наполняется мусором, что становится непроходимым для космических аппаратов. Что делать?

**М**ногие годы космические эксперты предупреждали, что это может случиться. Но когда 10 февраля 2009 года на высоте около 750 км над Сибирью два спутника столкнулись на суммарной скорости 42 000 км/ч, это стало неожиданностью.

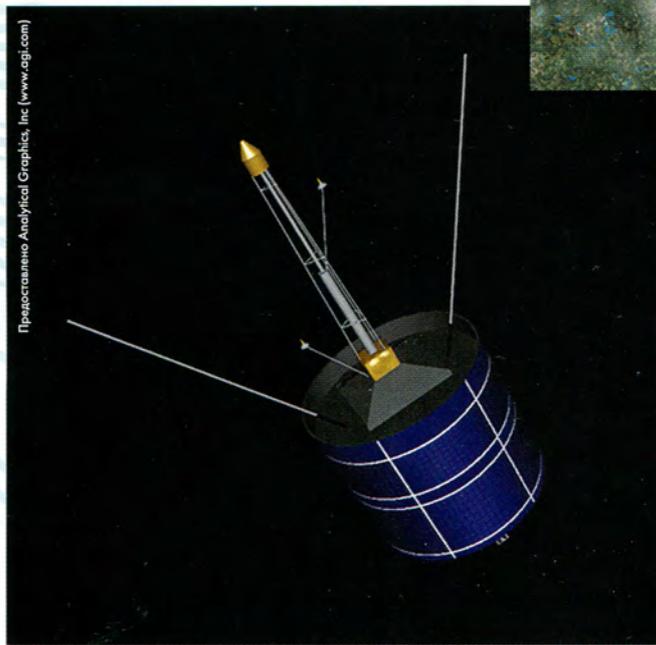
Один из них – устаревший российский военный спутник «Космос-2251», орбита которого была хорошо известна. Другой – действующий спутник сотовой связи «Иридиум-33» американской компании Iridium Communications.

## ДОРОГАЯ ЭКОНОМИЯ

В корпорации Iridium подсчитали, что при таком количестве объектов в космосе постоянное маневрирование всех ее 66 спутников – очень дорогое удовольствие. Однако решение не уклоняться от опасности могло принести существенные расходы в будущем.

В результате столкновения образовалось более 1000 обломков, достаточно крупных, чтобы отслеживать их с Земли, и бесчисленное множество мелких фрагментов. Столкновение произошло в наиболее неподходящем месте – на низкой околоземной орбите, где работает много спутников. Не менее важна геостационарная орбита, используемая спутниками с фиксированной позицией по отношению к поверхности Земли.

**ЖЕРТВЫ** Спутник сотовой связи «Иридиум-33» (справа) и недействующий российский спутник связи полностью разрушились после столкновения.



## ШПИОН-БРОДЯГА

Российский спутник «Космос-2251» до столкновения с американским «Иридиумом-33» провёл на орбите более 15 лет.



## ОБОСТРЯЮЩАЯСЯ ПРОБЛЕМА

Один из мировых лидеров по производству спутников – Surrey Satellite Technology Ltd (SSTL) из Гилфорда (Великобритания) – слишком хорошо осознает проблему. В 1996 году французский разведывательный спутник Cerise, построенный SSTL, в результате столкновения с космическими обломками лишился мачты-стабилизатора.

Виновник этого вскоре был найден, поскольку в то время и Cerise, и мусор отслеживала

радиолокационная станция RAF Fylingdales из Йоркшира (Великобритания).

По иронии судьбы обломками оказались части французской ракеты «Ариан», подобной той, на которой запустили Cerise. Она взорвалась годом ранее из-за возгорания в баке неиспользованных топливных газов. С 1961 года появилось примерно 200 таких фрагментов, преимущественно ступеней ракет.



**МУСОР ПО КУРСУ!**

На рисунке — осколки ракеты «Ариан» повреждают французский спутник Cerise.

**УГРОЗА ОБЩЕСТВУ**

Космический мусор – это проблема не только производителей спутников. Доктор Стюарт Ивс, главный инженер SSTL, отметил: «Качество жизни каждого пострадает, если мы не сможем эффективно использовать космос».

Например, спутники системы глобального позиционирования (GPS) нужны не только навигационным системам, от которых зависят самолеты, корабли и автомобили. Их синхронизирующие сигналы позволяют координировать работу электросетей, сетей мобильных операторов и контролировать операционное время финансовых учреждений.

За последние 50 лет запущено более 6000 спутников, около 1000 из которых все еще функционирует. Система контроля космического пространства (SSN) создала каталог объектов диаметром 5–10 см на низкой околоземной орбите и диаметром



**ОСОБАЯ ОРБИТА**

Следя по высокой эллиптической орбите, названной «Молния», российские спутники дважды в сутки уходят с переполненных низкой и высокой околоземных орбит далеко в космос.



**НАШИ СВЕДЕНИЯ**

**ВОЗВРАЩЕНИЕ СПУТНИКОВ**

Шаттлы провели десять миссий по ремонту спутников, включая пять на космическом телескопе «Хаббл». Некоторые спутники заводились манипулятором в грузовой отсек шаттла. Значит, нефункционирующие спутники можно собирать и ремонтировать на месте или возвращать на Землю для ремонта либо уничтожения. Программу шаттлов закрыли в 2010 году, а заменившие их аппараты не имеют таких возможностей. Но если космос станет непроходимым для спутников, шаттлы могут возродить в качестве уборщиков.

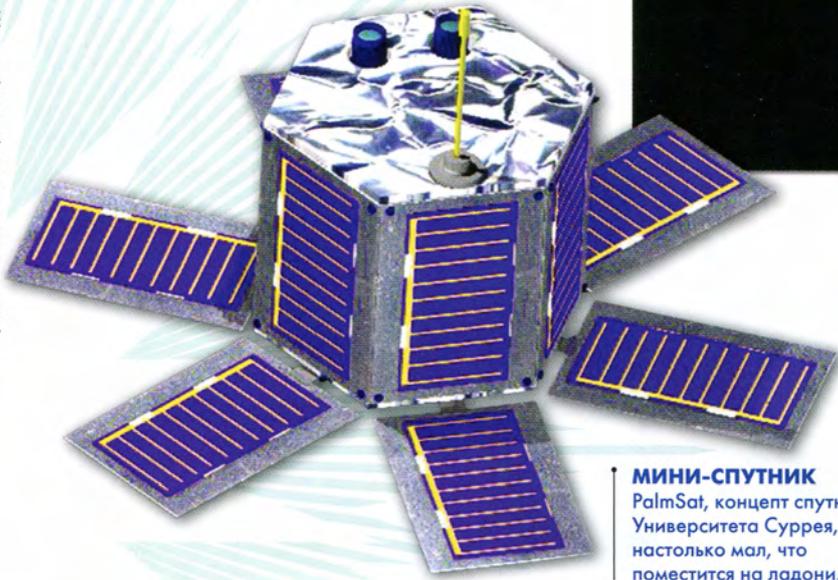


**ДОМОЙ** Команда шаттла роботизированным манипулятором пытается захватить спутник SPARTAN для доставки на Землю.

30–100 см на геостационарной, в котором упоминаются 1200 объектов. Однако не все спутники просто отслеживать.

Многие российские спутники работают на высокой эллиптической орбите «Молния», которая уводит их от Земли на 40 000 км. Риск столкновения для таких спутников ниже, но они остаются в космосе значительно дольше аппаратов, проходящих по традиционным орбитам, и их сложнее отследить либо избежать столкновения с ними.

Обломки спутников могут повредить другие объекты или расколоться, что по-



**МИНИ-СПУТНИК**  
PalmSat, концепт спутника  
Университета Суррея,  
настолько мал, что  
поместится на ладони.

Предоставлено Космическим центром Университета Суррея

высит риск будущих столкновений. Этот лавинообразный эффект называют синдромом Кesslerа в честь ученого, который первым осветил проблему (см. «Наши сведения: Синдром Кesslerа»).

## БЕЗОПАСНОСТЬ СПУТНИКА

Спутники и космические корабли можно закрыть щитом от объектов диаметром меньше 2 см, но устанавливать защиту от более крупного мусора нерационально, потому что дополнительный вес повысит стоимость запусков.

Возможно, следует создавать настолько миниатюрные спутники, чтобы риск получения удара был минимальным. Например, спутник PalmSat, концепт SSTL и Университета Суррея, не больше банки кока-колы, но по функциональности не уступает спутнику стандартного размера.

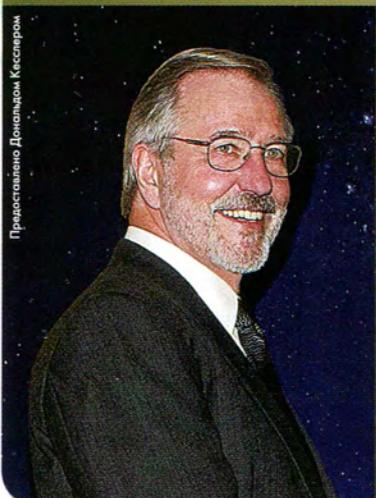
Спутники SSTL оборудуются приборами GPS, которые определяют их положение с точностью до 10 м, то есть точнее, чем наземные системы слежения.

Командование ВВС США в рамках программы ANGELS (автономная наноспутниковая защита для охраны ближней зоны) планирует защищать свои спутники спасательными микроспутниками. Они будут находиться неподалеку от спутников, чтобы в случае отказа оборудования провести диагностику неполадок. В ВВС США также протестировали роботизированный аппарат, который может ремонтировать и возвращать спутники на орбиту (см. «Технологии»). Но это не снимает проблему существующе-

## НАШИ СВЕДЕНИЯ СИНДРОМ КЕССЛЕРА

**П**роблема космических столкновений впервые была озвучена в 1978 году ученым НАСА Дональдом Дж. Кesslerом. Он предположил, что раз на низкой околоземной орбите слишком много обломков, а будущие столкновения создадут их еще больше, то это приведет к увеличению количества столкновений. Со временем опасный мусор в космосе распространится по принципу домино. Ближайшие к Земле объекты, вероятно, замедлятся от удара и сгорят в атмосфере Земли, но обломки на более высоких орбитах продолжают свой полет, пока околоземное пространство не станет непроходимым для всех космических аппаратов.

Предоставлено Дональдом Кesslerом



**ОРАКУЛ** Ученый Дональд Кessler, заявивший в 1978 году, что столкновение с летающими вокруг Земли обломками вполне возможно, оказался прав.

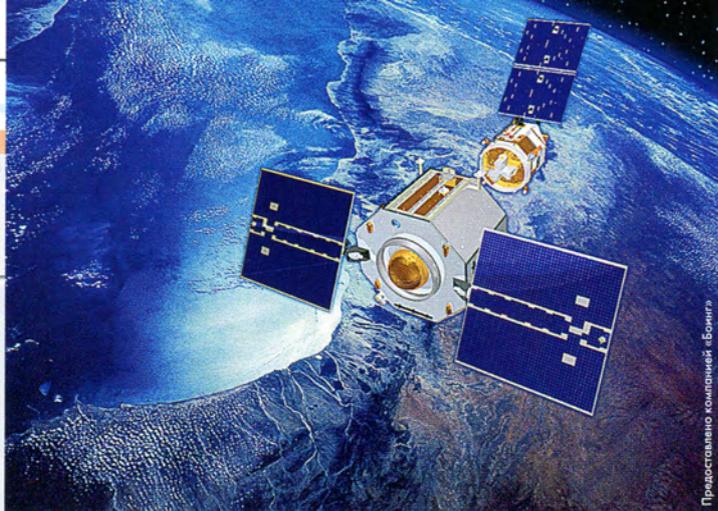


## ТЕХНОЛОГИИ «ОРБИТАЛЬНЫЙ ЭКСПРЕСС»

**В** 2007 году США провели испытание системы ремонта и технического обеспечения спутников «Орбитальный экспресс». В нее вошли аппараты ASTRO и NextSat. Оба аппарата были запущены ракетой «Атлас».

ASTRO подвели к NextSat командами с Земли, и он, используя собственный роботизированный манипулятор, захватил цель. ASTRO провел дозаправку в полете и прикрепил оборудование для имитации ремонта. Таким образом, было доказано, что технологии позволяют не только продлевать срок службы спутников, но и спускать космический мусор с орбиты или выводить его на более высокую орбиту захоронения.

**РОБОТИЗИРОВАННЫЙ РЕМОНТ** Автоматический аппарат ASTRO на аппарате NextSat тестирует технологии обслуживания спутников в космосе.



Предоставлено компанией Boeing

### ВНИМАНИЕ, МУСОР!

В 2009 году команда МКС перебралась в спасательный «Союз», поскольку обломки пролетали слишком близко.

**« СЧИТАЮ, ЧТО ОСТАВШИЕСЯ НА ОРБИТЕ НЕУПРАВЛЯЕМЫЕ СПУТНИКИ – ЭТО КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР И НАМ НЕ СЛЕДУЕТ МИРИТЬСЯ С ЭТИМ».**

Доктор Стюарт Ивс, главный инженер Surrey Satellite Technology Ltd

го космического мусора. Возможный путь ее решения – использовать шаттл для сбора недействующих спутников и возвращения

их на Землю (см. «Наши сведения: Возвращение спутников»).

Космические страны и агентства основали Межагентский координационный комитет по космическому мусору (IADC), чтобы обмениваться результатами исследований космического мусора и идеями, как остановить его разрастание.

### «МУСОРНЫЕ» ПРАВИЛА

Космические агентства и производители вынуждены ограничить количество мусора, производимого их аппаратами. Например, они гарантируют, что обтекатели, защитные колпаки и другие вспомогательные приборы останутся на аппарате или будут выведены с орбиты.

Когда закончится период эксплуатации, у космических аппаратов должно остаться достаточно топлива, чтобы они смогли уйти с орбиты или подняться на более высокую орбиту захоронения. Неиспользованное топливо следует сбрасывать или сжигать, чтобы предотвратить взрывы.

Доктор Ивс по этому поводу отметил: «Мы надеемся, что космос останется открытым для бизнеса и не окажется настолько захламлен мусором, что мы не сможем использовать определенные орбиты из-за угрозы столкновений».



## ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ КОСМИЧЕСКОЕ СЛЕЖЕНИЕ

**S**SN, включающая телескопы, радары и другие устройства поиска, разрослась из-за необходимости обнаружения вражеских ядерных ракет. С запуском первого советского спутника в 1957 году США стали отслеживать объекты на орбите, поначалу используя камеры телескопов. В США также составили космический каталог спутников и других искусственных объектов, количество которых сейчас превышает 20 000. Главные станции SSN находятся в Пиринчлике (Турция) и на острове Симия (Аляска, США). В 1986 году ступень ракеты «Ариан» неожиданно взорвалась – за считанные минуты в Пиринчлике обнаружили 456 фрагментов.



### СЛЕЖЕНИЕ ЗА НЕБОМ

Радар «Кобра-Дейн» на авиабазе «Ирексон» (остров Симия, Аляска) ищет ракеты и обломки.